

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

© EPODOC / EPO

PN - JP11241618 A 19990907
PD - 1999-09-07
PR - JP19980045799 19980226
OPD - 1998-02-26
TI - GAS TURBINE POWER GENERATION PLANT
IN - HORI MICHIO;FUKUDA MASAFUMI;MURATA KEIJI;OGAWA
HAKARU; OHASHI YUKIO
PA - TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO
IC - F02C3/34 ; B01D53/62 ; F01K25/10 ; F02C3/22 ; F02C3/30 ;
F02C6/00

© WPI / DERWENT

TI - Condensation type water vapor separator of gas turbine type power plant for recovering exhaust gas carbon dioxide - has direct contact type condensation element which makes coolant to directly contact exhaust gas of gas turbine for condensing water vapor in exhaust gas

PR - JP19980045799 19980226

PN - JP11241618 A 19990907 DW199947 F02C3/34 009pp

PA - (TOKE) TOSHIBA KK

IC - B01D53/62 ;F01K25/10 ;F02C3/22 ;F02C3/30 ;F02C3/34 ;F02C6/00

AB - JP11241618 NOVELTY - Water vapor separating unit (20) has a direct contact type condensation element (20B) to condense and separate water vapor in exhaust gas from gas turbine (4). The condensation element makes a coolant, to directly contact the exhaust gas and condense water vapor.

- USE - Used in gas turbine type power generation plant for recovering carbon dioxide in exhaust gas.
- ADVANTAGE - Water vapor in exhaust gas from gas turbine is efficiently removed by the separation unit and thus power loss of compressor in gas turbine type power generation plant is reduced. Damage of the compressor is prevented.
- DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows block diagram of gas turbine used power generation plant. (4) Gas turbine; (20) Water vapor separating unit; (20B) Condensation element.
- (Dwg.1/7)

OPD - 1998-02-26

AN - 1999-555651 [47]

© PAJ / JPO

PN - JP11241618 A 19990907
PD - 1999-09-07
AP - JP19980045799 19980226
IN - MURATA KEIJI OGAWA HAKARU; HORI MICHIO; FUKUDA
MASAFUMI; HASHI YUKIO
PA - TOSHIBA CORP
TI - GAS TURBINE POWER GENERATION PLANT
AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To condense steam efficiently that is
contained in exhaust gas in a carbon dioxide recycle type gas
turbine power generation plant.
- SOLUTION: Exhaust gas from a gas turbine 4 is guided into a
condensation separation device 20 that comprises a tube type
condensation part 20A and a direct contact type condensation part
20B equipped on the downstream side thereof. Some condensed
exhaust gas containing no steam by the condensation separation
device 20, i.e., carbon dioxide gas is recycled to be liquefied by a
carbon dioxide liquefaction device 31 and thereafter be sprayed
mistily into the direct contact type condensation part 20B. The
liquefied carbon dioxide is flashed to a low-temperature carbon
dioxide gas in the direct contact type condensation part 20B. This
low-temperature carbon dioxide gas and the exhaust gas come into
direct contact with each other in the direct contact type
condensation part 20B and thereby can condense the steam
contained in the exhaust gas at a high efficiency. Accordingly, the
exhaust gas that is fed to a compressor 9 becomes a carbon
dioxide gas containing almost no water vapor, which prevents power
loss in the compressor 9 and damage thereto.
- F02C3/34 ; B01D53/62 ; F01K25/10 ; F02C3/22 ; F02C3/30
; F02C6/00

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-241618

(43)公開日 平成11年(1999) 9月7日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

F I

F 0 2 C 3/34

F 0 2 C 3/34

B 0 1 D 53/62

F 0 1 K 25/10

G

F 0 1 K 25/10

K

F 0 2 C 3/22

F 0 2 C 3/22

3/30

Z

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平10-45799

(22)出願日

平成10年(1998) 2月26日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 村 田 圭 治

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
社東芝研究開発センター内

(72)発明者 小 川 斗

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
社東芝研究開発センター内

(72)発明者 堀 美知郎

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
社東芝研究開発センター内

(74)代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

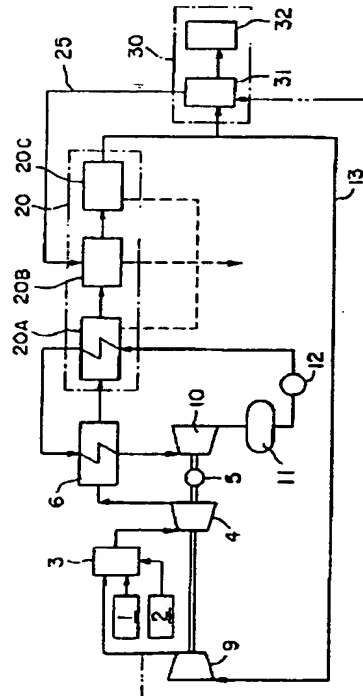
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ガスタービン発電プラント

(57)【要約】

【課題】 二酸化炭素回収型のガスタービンプラントにおいて、排気ガス中に含まれる水蒸気を効率よく分離する

【解決手段】 ガスタービン4から排出される排気ガスは、凝縮分離装置20に導入される。凝縮分離装置20は、チューブ式凝縮部20Aと、その下流側に設けられた直接接触式凝縮部20Bとを有する。凝縮分離装置20により水蒸気が凝縮除去された排気ガスすなわち二酸化炭素ガスは、その一部が回収され、二酸化炭素液化装置31により液化された後、直接接触式凝縮部20B内にミスト状に噴霧される。液化二酸化炭素は直接接触式凝縮部20B内でフラッシュして低温の二酸化炭素ガスに戻る。直接接触式凝縮部20B内において、この低温の二酸化炭素ガスと排気ガスとが直接接触することにより、排気ガス中に含まれる水蒸気を高効率で凝縮させることができる。圧縮機9に送られる排気ガスは水分を殆ど含まない二酸化炭素ガスとなり、圧縮機9における動力損失および圧縮機9の損傷を防止できる



【特許請求の範囲】

【請求項1】燃料と酸素とを混合し燃焼させる燃焼器と、

前記燃焼器からの燃焼ガスにより駆動されるとともに、二酸化炭素と水蒸気とを含む排気ガスを排出するガスタービンと、

前記ガスタービンから排出される排気ガスに冷媒を直接接触させて排気ガス中に含まれる水蒸気を凝縮させる直接接触式凝縮部を少なくともその一部に含み、排気ガスに含まれる水蒸気を凝縮分離する凝縮分離装置と、を備えたことを特徴とするガスタービン発電プラント

【請求項2】前記凝縮分離装置により水蒸気が分離された実質的に二酸化炭素ガスからなる排気ガスを圧縮して前記燃焼器に戻す圧縮機を、更に備えたことを特徴とする請求項1に記載のガスタービン発電プラント。

【請求項3】前記直接接触式凝縮部において使用される冷媒は、排気ガス中に含まれる二酸化炭素ガスを回収して冷却または液化したものであることを特徴とする、請求項1または2に記載のガスタービン発電プラント。

【請求項4】排気ガスの流れに関して前記凝縮分離装置の下流側に設けられ、実質的に二酸化炭素ガスからなる排気ガスを回収して液化する二酸化炭素液化装置を更に備え、

前記二酸化炭素液化装置から、液化された二酸化炭素および液化プロセスで生じた低温の二酸化炭素の少なくとも一方が、冷媒として前記直接接触式凝縮部に供給されることを特徴とする、請求項3に記載のガスタービン発電プラント。

【請求項5】液化された二酸化炭素は、冷媒として前記直接接触式凝縮部に供給される場合、ミスト状に噴霧されることを特徴とする、請求項4に記載のガスタービン発電プラント

【請求項6】前記圧縮機により圧縮された実質的に二酸化炭素ガスからなる排気ガスを冷却する二酸化炭素冷却器を更に備え、

前記圧縮機および前記二酸化炭素冷却器により圧縮および冷却された二酸化炭素が、冷媒として前記直接接触式凝縮部に供給されることを特徴とする請求項3に記載のガスタービン発電プラント。

【請求項7】排気ガスの流れに関して前記凝縮分離装置の下流側で、実質的に二酸化炭素ガスからなる排気ガスを回収して圧縮する第2の圧縮機と、

前記第2の圧縮機により圧縮された排気ガスを冷却する二酸化炭素冷却器と、を更に備え、

前記第2の圧縮機および前記二酸化炭素冷却器により圧縮および冷却された二酸化炭素が、冷媒として前記直接接触式凝縮部に供給されることを特徴とする請求項3に記載のガスタービン発電プラント

【請求項8】前記直接接触式凝縮部において使用される冷媒は、水であることを特徴とする請求項1または2に

記載のガスタービン発電プラント

【請求項9】前記凝縮分離装置により排気ガスから分離された水を回収して冷却する水冷却装置を更に備え、前記水冷却装置により冷却された水が、前記直接接触式凝縮器に冷媒として供給されることを特徴とする、請求項8に記載のガスタービン発電プラント。

【請求項10】前記水は、冷媒として前記直接接触式凝縮部に供給される場合、過冷却状態でミスト状に噴霧されることを特徴とする、請求項9に記載のガスタービン発電プラント。

【請求項11】前記凝縮分離装置は、排気ガスの流れに関して前記直接接触式凝縮部の上流側に設けられるとともに伝熱管を有するチューブ式凝縮部を更に含み、

前記チューブ式凝縮部において、前記伝熱管を介して前記ガスタービンから排出される排気ガスと前記伝熱管内の冷媒との間で熱交換が行われ、排気ガスに含まれる水蒸気が凝縮されることを特徴とする、請求項1乃至10のいずれかに記載のガスタービン発電プラント。

【請求項12】排気ガスの流れに関して前記ガスタービンの下流側かつ前記凝縮分離装置の上流側に設けられ、前記ガスタービンから排出される排気ガスと熱交換して作動流体を加熱する排熱回収器と、

前記作動流体により駆動される蒸気タービンと、を更に備えたことを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記載のガスタービン発電プラント

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガスタービン発電プラントに係り、とりわけ燃焼器において炭化水素燃料及び酸素を混合燃焼させて燃焼ガスを生成し、この燃焼ガスでガスタービンを駆動し、このガスタービンからの排気ガス中の水分を除去して高濃度の二酸化炭素とし、この二酸化炭素を回収除去、または前記燃焼器に戻すようにした二酸化炭素回収型のガスタービン発電プラントに関する。

【0002】

【従来の技術】二酸化炭素回収型ガスタービン発電プラントは従来から知られており、その一例として特開平3-145523に開示されたコンバインドサイクル型の発電プラントを図7に示す。

【0003】図7に示すガスタービン発電プラントにおいて、燃料供給装置1からの燃料は燃焼器3において酸素製造装置2からの酸素で燃焼し、その燃焼ガスはガスタービン4に供給されてガスタービン4を回転駆動する。ガスタービン4はこれと同軸上の発電機5を回転させ、この発電機5により発電が行われる。ガスタービン4からの排気ガスは、排熱回収ボイラ6にて顕熱回収され、凝縮器7にて排ガス中の水蒸気が凝縮され、さらに気水分離器8で気水分離された後、高濃度の二酸化炭素ガスとなる。この二酸化炭素ガスは圧縮機9にて圧縮さ

れた後、燃焼器3に送られる。また、圧縮機9に送られる二酸化炭素ガスの一部は回収され、二酸化炭素処理装置30で処理される。

【0004】一方、排熱回収ボイラ6にて発生した水蒸気は、蒸気タービン10に供給されて蒸気タービン10を駆動する。従って、発電機5は、ガスタービン4のみならず蒸気タービン10によっても回転駆動される。蒸気タービン10を駆動した水蒸気は復水器11により凝縮され、給水ポンプ12により排熱回収ボイラ6に送られる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このような二酸化炭素回収型ガスタービン発電プラントでは、排熱回収ボイラ6から排出される排気ガス中の水蒸気は、凝縮器7において凝縮され、気水分離器8により回収される。一方、不凝縮ガスである二酸化炭素の一部は、二酸化炭素処理装置14で処理され、残りの二酸化炭素は圧縮機9にて圧縮され燃焼器3に送られる。

【0006】このとき、排気ガスすなわち二酸化炭素中に水蒸気が多量に残っていると、圧縮機9または二酸化炭素処理装置30へ水分が持ち込まれることになり、このことは圧縮機9または二酸化炭素処理装置30の動力損失の原因となる。また、大量の水蒸気が圧縮機9に持ち込まれた場合には、圧縮機の損傷の原因となる。

【0007】排気ガス中の水蒸気を除去するための凝縮器7として、通常は、シェルとこの中に設けられた多数のフィン付き管により構成されるシェルアンドチューブ型のものが用いられている。凝縮器7の管外側を流れる排気ガスは管内側を流れる冷却水によって冷却され、排気ガス中の水蒸気はフィン付き管の外表面で凝縮する。

【0008】しかし、排気ガス中には不凝縮ガスである二酸化炭素ガスが多量に含まれるので、フィンの数を増やしたり、フィン高さを高くするだけでは十分な凝縮性能は得られず、排気ガスすなわち二酸化炭素ガス中に水蒸気が多量に残ってしまう。この問題を解決するため、伝熱管の数を増やして凝縮性能向上を図ろうとすると、凝縮器が非常に大きくなって発電プラントがコスト高になってしまう。

【0009】本発明は、上記問題点を鑑みてなされたもので、凝縮器の凝縮性能を向上させ、圧縮機あるいは二酸化炭素処理装置へ持ち込まれる水分量を抑えることによって、これら装置における動力損失を減少させるとともに、圧縮機の損傷を抑制することを目的とする。

【0010】さらに本発明は、凝縮器の凝縮性能を向上させて凝縮器を小型化し、プラントを低コスト化することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、燃料と酸素とを混合し燃焼させる燃焼器と、前記燃焼器からの燃焼ガスにより駆動されるととも

に、二酸化炭素と水蒸気とを含む排気ガスを排出するガスタービンと、前記ガスタービンから排出される排気ガスに冷媒を直接接触させて排気ガス中に含まれる水蒸気を凝縮させる直接接触式凝縮部を少なくともその一部に含み、排気ガスに含まれる水蒸気を凝縮分離する凝縮分離装置とを備えたガスタービン発電プラントを提供する。

【0012】好ましくは、直接接触式凝縮部において使用される冷媒は、凝縮分離装置により水分が除去された排気ガス中から回収された二酸化炭素を冷却若しくは液化したもの、または水、好ましくは凝縮分離装置において凝縮分離された凝縮水が使用される。

【0013】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照して本発明によるガスタービン発電プラントの実施形態について説明する。なお、以下の実施形態の説明においては、従来技術と同一部材には同一符号を付している。

【0014】[第1の実施形態] まず、図1乃至図4を参照して第1の実施形態について説明する。図1は、本発明に係るガスタービン発電プラントの一例として、ガスタービンとこのガスタービンの排熱を利用して駆動される蒸気タービンとを備えたコンバインドサイクル型の発電プラントの概略系統を示している。

【0015】この図1に示すように、本実施形態に係る発電プラントは、炭化水素燃料を供給する燃料供給装置1および酸素を供給する酸素製造装置2と、これら燃料供給装置1および酸素製造装置2からの燃料および酸素を混合して燃焼させる燃焼器3と、燃焼器3から排出される燃焼ガスにより回転駆動されるガスタービン4と、ガスタービン4により駆動される発電機5とを備えている。

【0016】ガスタービン4には、このガスタービン4から排出される排気ガスから熱を回収する排熱回収ボイラ(排熱回収器)6が接続されている。排熱回収ボイラ6には、この排熱回収ボイラ6により蒸気とされた水(作動流体)により回転駆動される蒸気タービン10と、蒸気タービン10から排出される蒸気を凝縮して水(液体)に戻す凝縮器11と、凝縮器11からの凝縮水をチューブ式凝縮部20A(詳細は後述する)を経由して排熱回収ボイラ6に戻すための給水ポンプ12とが順次接続されている。

【0017】また、排熱回収ボイラ6には、この排熱回収ボイラ6から排出される排気ガスに含まれる水蒸気を凝縮分離する凝縮分離装置20が接続されている。凝縮分離装置20には、この凝縮分離装置20により水分が分離されて高濃度の二酸化炭素ガス、すなわち実質的に二酸化炭素ガスとみなせる排気ガスを、圧縮して燃焼器3に戻す圧縮機9が接続されている。

【0018】凝縮分離装置20と圧縮機9とを連結する管路13の途中には、排気ガス中に含まれる余剰の二酸

化炭素を回収して処理する二酸化炭素処理装置30が接続されている。この二酸化炭素処理装置30は、二酸化炭素を液化するための二酸化炭素液化装置31と、この二酸化炭素液化装置31により液化された二酸化炭素を処理する二酸化炭素処理部32とを有する。二酸化炭素処理装置30の二酸化炭素液化装置31は、凝縮分離装置20の直接接触式凝縮部20B（詳細は後述する）に管路25によって接続されている。

【0019】次に、凝縮分離装置20について詳細に説明する。図1および図2に示すように、凝縮分離装置20は、排気ガスの流れ方向に関して上流側から順次配置されたチューブ式凝縮部20A、直接接触式凝縮部20Bおよび気水分離部20Cにより構成されており、これらの構造詳細を図2に示す。

【0020】図2に示すように、凝縮分離装置20の最も上流側に設けられたチューブ式凝縮部20Aは、排熱回収ボイラ6からの排気ガスが導入されるシェル21と、このシェル21内に複数設けられたフィンチューブ（伝熱管）22とから構成される。本例においては、フィンチューブ22内を通る冷媒は、図1よりわかるように凝縮器11により冷却された凝縮水である。第1のシェル21の下方には、液だめタンク21aが設けられている。すなわち、本実施形態において、チューブ式凝縮部20Aは、いわゆるシェルアンドチューブ式凝縮器の形態を採る。

【0021】また、直接接触式凝縮部20Bは、通路23によりチューブ式凝縮部20Aのシェル21に接続されたシェル24を有している。シェル24の上部には、二酸化炭素液化装置31と連通する管路25が接続されている。管路25のシェル24側端部には、噴霧ノズル26が設けられている。なお、図2において符号25aを付し破線で示す部材は、後述する第2の実施形態のように直接接触式凝縮部20Bに気体の冷媒が供給される場合に使用される膨張弁であり、本実施形態においては用いられない。

【0022】また、気水分離部20Cは、通路27により直接接触式凝縮部20Bのシェル24に接続されたシェル28を有している。このシェル内には模式的に図示した邪魔板29が設けられている。なお、気水分離部20Cは、そのシェル28の出口部分に気水分離用のフィルタを有していてもよい。すなわち、この気水分離部20Cは、それ自体公知の気水分離器の構成と同一の構成を採る。

【0023】チューブ式凝縮部20A、直接接触式凝縮部20Bおよび気水分離部20Cには、排水管39が接続されている。

【0024】次に、上記構成を有する本実施形態の作用について説明する。図1に示すように、燃料供給装置1からの燃料は燃焼器3において酸素製造装置2からの酸素で燃焼し、その燃焼ガスはガスタービン4に供給され

てガスタービン4を回転駆動する。ガスタービン4はこれと同軸上の発電機5を回転させ、発電が行われる。ガスタービン4から排出される排気ガスは、排熱回収ボイラ6にて顕熱回収され、凝縮分離装置20に導入される。

【0025】凝縮分離装置20により十分に水分が除去された排気ガス、すなわち実質的に二酸化炭素ガスとなる排気ガスは、圧縮機9に送られて再加圧され、燃焼器3に戻される。排気ガスは、凝縮分離装置20から圧縮機9に至る途中で、その一部（燃焼により増加した分）が抜き取られ、二酸化炭素処理装置30に設けられた二酸化炭素液化装置31により液化される。液化された二酸化炭素の一部は二酸化炭素処理部32に送られそこで処理される。一方、液化された二酸化炭素の一部は凝縮分離装置20の直接接触式凝縮部20Bに送られ、冷媒として用いられる。

【0026】一方、蒸気タービン10は、排熱回収ボイラ6により加熱された水蒸気（蒸気タービン系の作動流体）により駆動される。蒸気タービンを出た水蒸気は、復水器11により凝縮される。そしてこの凝縮水は、給水ポンプ12により、凝縮分離装置20のチューブ式凝縮部20Aを経て、排熱回収ボイラ6に戻される。なお、この場合、チューブ式凝縮部20Aにおいては、排熱回収ボイラ6においてある程度温度が低下した排気ガスと比較的低温の水との間で熱交換が行われることになり、排熱回収ボイラ6においてはガスタービンから出た直後の比較的高温の排気ガスとチューブ式凝縮部20Aにおける熱交換によりある程度温度が上昇した水との間で熱交換が行われることになる。

【0027】次に、凝縮分離装置20において行われる排気ガスからの水分分離作用について、図1および図2を参照して更に詳細に説明する。ガスタービン4から排出され、排熱回収ボイラ6を通過した排気ガスは、実質的に二酸化炭素ガスと水蒸気を含んでなる。この排気ガスは、凝縮分離装置20を構成するチューブ式凝縮部20Aをまず通過する。

【0028】チューブ式凝縮部20Aのシェル21内において、排気ガスに含まれる水蒸気の一部が、シェル21内に配置されたフィンチューブ22の外表面で凝縮する。凝縮した水の多くは液だめタンク21a内に落下する。また、凝縮した水の残部は液滴の状態で排気ガスとともに直接接触式凝縮部20Bへ流入する。従って、直接接触式凝縮部20Bのシェル24内に流入する排気ガスは、二酸化炭素ガス、水蒸気および液滴を含む混相流である。

【0029】次いで、直接接触式凝縮部20Bのシェル24内に、二酸化炭素液化装置30から送られてきた液化二酸化炭素が、ノズル26によりミスト状に噴霧され、これによりフラッシュして低温の二酸化炭素ガスとなる。チューブ式凝縮部20Aから導入された排気ガス

は、この低温の二酸化炭素によって直接接触冷却されて凝縮する。

【0030】この場合、液化二酸化炭素がミスト状になるように噴射されるため、二酸化炭素と排気ガスとの接触面積は膨大なものとなり、非常に高い凝縮性能が得られる。従って、直接接触式凝縮部20Bのシェル24内で、排気ガス中に含まれる水蒸気のほとんどは凝縮し液滴となる。

【0031】凝縮した水の多くはシェル24の下方に落下する。また、凝縮した水の残部は液滴の状態では排気ガスとともに気水分離部20Cに流入する。気水分離部20Cのシェル28内において、排気ガスに含まれる液滴は、邪魔板29の作用により、シェル28の下方に落下する。従って気水分離部20Cから排出される排気ガスは水分を殆ど含まない高濃度の二酸化炭素ガスとなる。

【0032】なお、チューブ式凝縮部20A、直接接触式凝縮部20Bおよび気水分離部20Cにおいて分離された水は、適当な水回収装置（図示せず）により回収され再利用されるか、若しくは廃棄される。

【0033】なお、図1に示す実施形態においては、二酸化炭素ガスは圧縮機9に至る前に抜き取られ二酸化炭素液化装置31に送られるようになっているが、これに限定されるものではない。すなわち、二酸化炭素ガスを圧縮機9により圧縮した後燃焼器3に戻す前に抜き取り、二酸化炭素液化装置31に送るようにしてもよい（図1二点鎖線参照）。このようにすれば、二酸化炭素液化装置31における液化プロセスにおいて通常必要とされる二酸化炭素の加圧工程に要する動力を低減することができる。

【0034】また、凝縮分離装置20の直接接触式凝縮部20Bに液化二酸化炭素を送ることに代えて、二酸化炭素液化装置31における液化プロセスで生じた低温の二酸化炭素ガスを送るようにしてもよい。

【0035】また、上記実施形態においては、凝縮分離装置20を構成するチューブ式凝縮部20A、直接接触式凝縮部20Bおよび気水分離部20Cは、それぞれが互いに分離された専用のシェルを有するものであったが（図2参照）、これに限定されるものではない。すなわち、これらチューブ式凝縮部20A、直接接触式凝縮部20Bおよび気水分離部20Cの少なくとも2つが1つのシェルを共用するように凝縮分離装置20を構成してもよい。

【0036】また、図1に示す実施形態においては、ガスタービン発電プラントがコンバインドサイクル方式のものであったが、本発明が適用される発電プラントは、図3に示すように蒸気タービンを含まない方式のものであってもよい。この場合、図3に示すように、凝縮分離装置20のチューブ式凝縮部20Aのフィンチューブ22内に流す冷媒として、直接接触式凝縮部20Bから排出される凝縮水の一部が供給され、チューブ式凝縮部20Aのフィンチューブ22内を通った冷媒（水）は、燃

焼器3に供給される。むろん、図1に示す実施形態においても、チューブ式凝縮部20Aのフィンチューブ22に流す冷媒（水）を、蒸気タービンの作動流体の系統から分離した冷却水供給装置により供給してもよい。

【0037】以上説明したように、本実施形態によれば、凝縮分離装置20により排気ガス中に含まれる水分を高効率で除去することができるため、圧縮機9に持ち込まれる水分量を大幅に低減することができる。このため、圧縮機9における動力損失を低減することができる。また、圧縮機9の損傷をも抑制することができる。また、排気ガス中の水分量が低減されることにより、二酸化炭素液化装置31の動力損失を低減することができる。

【0038】また、本実施形態によれば、直接接触式凝縮部20Bに供給される液化二酸化炭素は、燃焼により生じた余剰の二酸化炭素を回収するための二酸化炭素処理装置30が通常具備している二酸化炭素液化装置31により供給される。すなわち直接接触式凝縮部20Bに供給される液化二酸化炭素を生成するだけのために二酸化炭素液化装置31を設けるのではないため、プラントの複雑化およびコストアップを必要最小限にとどめることができる。

【0039】更に、本実施形態によれば、凝縮分離装置20を構成するチューブ式凝縮部20Aの下流側に高い凝縮能力を有する直接接触式凝縮部20Bが設けられている。このため、凝縮分離装置20全体の凝縮分離性能を向上させるためにチューブ式凝縮部20Aのフィンチューブ（伝熱管）22の本数を増やす必要はない。このため凝縮分離装置20を小型化することができ、プラントのコストを大幅に低減することができる。

【0040】なお、凝縮分離装置20の直接接触式凝縮部20Bはそれぞれ単独で非常に高い凝縮性能を有しているため、凝縮分離装置20は必ずしもチューブ式凝縮部20Aを有している必要はなく、直接接触式凝縮部20Bおよび気水分離部20Cのみにより凝縮分離装置20を構成するようにしても構わない。チューブ式凝縮部20Aを設けるか否かは、プラントの方式や要求性能等を考慮して総合的に判断される。

【0041】〔第2の実施形態〕次に第2の実施の形態について図4により説明する。第2の実施形態は、第1の実施形態に対して、二酸化炭素の回収手法および直接接触式凝縮部20Bへの供給手法が異なり、他は第1の実施形態と略同一である。第2の実施の形態において第1の実施の形態と同一部分については同一符号を付し、重複する説明は省略する。

【0042】図4に示すように、凝縮分離装置20と圧縮機9とを結ぶ管路13の途中には、この管路13を流れる排気ガス（この排気ガスは実質的に二酸化炭素ガスからなる）からその一部を回収して圧縮する圧縮機35と、この圧縮機35に接続され圧縮機35により圧縮さ

れた排気ガスすなわち二酸化炭素を冷却する冷却器（二酸化炭素冷却器）36が順次接続されている。冷却器36は管路25を介して直接接触式凝縮器20Bに接続されている。なお、本実施形態において、管路25には、膨張弁25a（図2において破線で示す）が設けられている。

【0043】ガスタービン4から排出された排気ガスは、排熱回収ボイラ6により顕熱回収される。そして、排気ガス中の水分は、凝縮分離装置20により凝縮除去される。凝縮分離装置20で水分を除去された排気ガスすなわち二酸化炭素ガスは、圧縮機9に送られ再加圧される。凝縮分離装置20と圧縮機9との間で、燃焼によって増えた分の二酸化炭素ガスの一部は抜き取られ、二酸化炭素処理装置30により処理される。

【0044】本実施形態においては、凝縮分離装置20を出た排気ガスすなわち二酸化炭素ガスは、管路13の途中でその一部が抜き取られ、圧縮機35に送られる。圧縮機35により圧縮された二酸化炭素ガスは、冷却器36により冷却（放熱）された後、膨張弁25aが設けられた管路25を経て、凝縮分離装置20の直接接触式凝縮部20Bのシェル24内に戻される。

【0045】シェル24に戻された二酸化炭素ガスは、断熱膨張して温度が更に低下し、シェル24内にチューブ式凝縮部20Aから流入してきた排気ガスと直接接触する。これにより、チューブ式凝縮部20Aからの排気ガス中の水分が凝縮する。

【0046】この場合、断熱膨張して温度低下した二酸化炭素ガスと排気ガスとの接触面積は膨大なものとなるので、非常に高い凝縮性能が得られる。従って、本実施形態においても、第1の実施形態と同様の効果が得られる。

【0047】なお、本実施形態において、二酸化炭素を回収してから直接接触式凝縮器20Bに放出するまでのプロセスは、二酸化炭素を液化するプロセスとしても使用することができるため、熱力学的な条件次第では、本実施形態の構成によっても、二酸化炭素を液体条件で直接接触式凝縮器20Bに供給することも可能である。また、図4に示す実施形態においては、チューブ式凝縮部20Aに戻す排気ガスすなわち二酸化炭素ガスは、凝縮分離装置20と圧縮機9との間で抜き出すようにしているが、これに限定されるものではない。すなわち、圧縮機9で排気ガスを圧縮した後に、二酸化炭素ガスを抜き取るようにしてもよい（図4二点鎖線参照）。このようにすれば、圧縮機35の駆動に必要な動力を低減させることができ、場合によっては圧縮機35を省略することができる。

【0048】〔第3の実施形態〕次に第3の実施の形態について図5により説明する。

【0049】第3の実施形態は、第1の実施形態に対して、回収した二酸化炭素を直接接触式凝縮部20Bに冷

媒として供給することに代えて、凝縮分離装置20により凝縮分離された水を直接接触式凝縮部20Bに冷媒として供給するようにした点が異なり、他は第1の実施形態と略同一である。第3の実施の形態において第1の実施の形態と同一部分については同一符号を付し、重複する説明は省略する。

【0050】図5に示すように、第3の実施形態においては、凝縮分離装置20の排水管39（図2参照）に給水ポンプ37および水冷却装置38が順次接続されている。そして水冷却装置38は直接接触式凝縮器20Bに接続された配管25に接続されている。

【0051】ガスタービン4から排出された排気ガスは、排熱回収ボイラ6により顕熱回収される。そして、排気ガス中の水分は、凝縮分離装置20により凝縮除去される。凝縮分離装置20で水分を除去された排気ガスすなわち二酸化炭素ガスは、圧縮機9に送られ再加圧される。凝縮分離装置20と圧縮機9との間で、燃焼によって増えた分の二酸化炭素ガスは抜き取られ、二酸化炭素処理装置30により処理される。

【0052】本実施形態においては、凝縮分離装置20において排気ガス中から凝縮分離された水は、水冷却装置38により冷却され過冷却水とされ、給水ポンプ37の圧力により凝縮分離装置20の直接接触式凝縮部20Bに送られる。この過冷却水は、直接接触式凝縮部20Bにおいて、シェル24内にノズル26（図2参照）によりミスト状に噴霧される。

【0053】チューブ式凝縮部20Aから直接接触式凝縮部20Bのシェル24（図2参照）に流入する排気ガス中に含まれる水蒸気は、噴霧された過冷却水と直接接触して凝縮する。

【0054】この場合、過冷却水がミスト状に噴霧されるため、過冷却水と排気ガスとの接触面積は膨大なものとなるので、非常に高い凝縮性能が得られる。このため、本実施形態においても、第1の実施形態と同様の効果が得られる。

【0055】なお、上記実施形態においては、直接接触式凝縮部20Bに冷媒として送られる水が凝縮分離装置20により回収されたものであり、このことは水資源を保護する上で有益であるが、これに限定されるものではない。すなわち、直接接触式凝縮部20Bに送る水は、独立した水供給系により供給されるものであってもよい。

【0056】また、図5に示す実施形態においては、ガスタービン発電プラントがコンバインドサイクル方式のものであったが、本発明が適用される発電プラントは、図6に示すように蒸気タービンを含まない方式のものであってもよい。この場合、図3に示すように、凝縮分離装置20のチューブ式凝縮部20Aのフィンチューブ22内に流す冷媒として、直接接触式凝縮部20Bから排出される凝縮水の一部が供給され、チューブ式凝縮部2

0Aのフィンチューブ22内を通った冷媒(水)は、燃焼器3に供給される。むろん、図5に示す実施形態においても、チューブ式凝縮部20Aのフィンチューブ22に流す冷媒(水)を、蒸気タービンの作動流体の系統から分離した冷却水供給装置により供給してもよい。

【0057】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ガスタービン発電プラントに、排気ガス中に含まれる水蒸気を効率よく除去することができる凝縮分離装置を設けたため、圧縮機の動力損失を低減させることができ、また圧縮機の損傷を抑制することができる。さらに凝縮分離装置を小型化することができるため、プラントのコストを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるガスタービン発電プラントの第1の実施形態を示す概略的系統図。

【図2】第1の実施形態における凝縮分離装置の構成を示す模式的断面図。

【図3】第1の実施形態の変形例を示す概略的系統図。

【図4】本発明によるガスタービン発電プラントの第2の実施形態を示す概略的系統図。

【図5】本発明によるガスタービン発電プラントの第3の実施形態を示す概略的系統図。

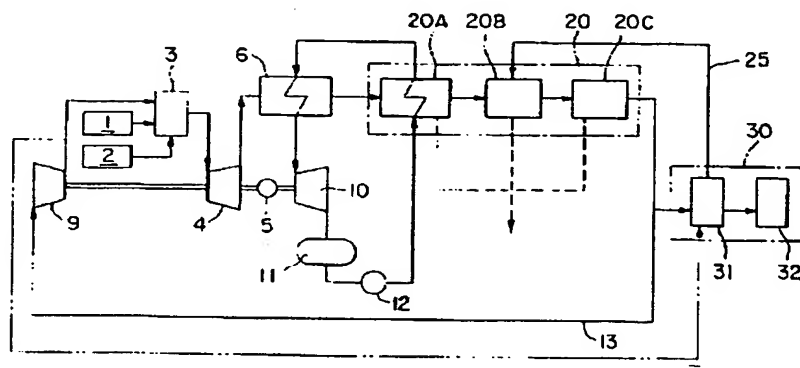
【図6】第3の実施形態の変形例を示す概略的系統図。

【図7】従来のガスタービン発電プラントの概略構成図。

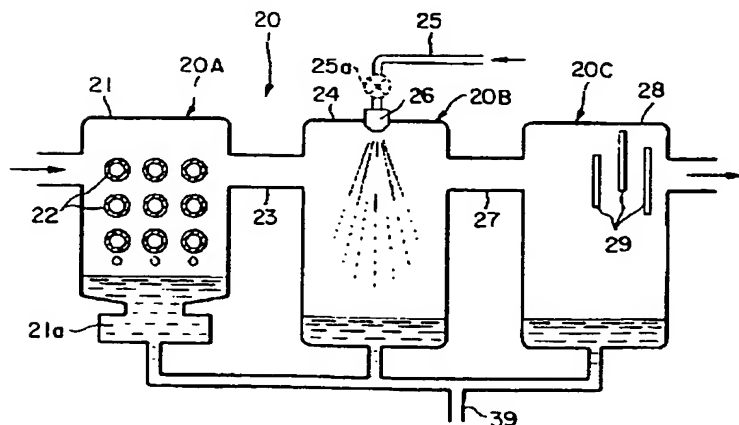
【符号の説明】

- 3 燃焼器
- 4 ガスタービン
- 6 排熱回収器
- 9 圧縮機
- 10 蒸気タービン
- 20 凝縮分離装置
- 20B 直接接触式凝縮部
- 31 二酸化炭素液化装置
- 35 (第2の)圧縮機
- 36 二酸化炭素冷却器
- 38 水冷却装置

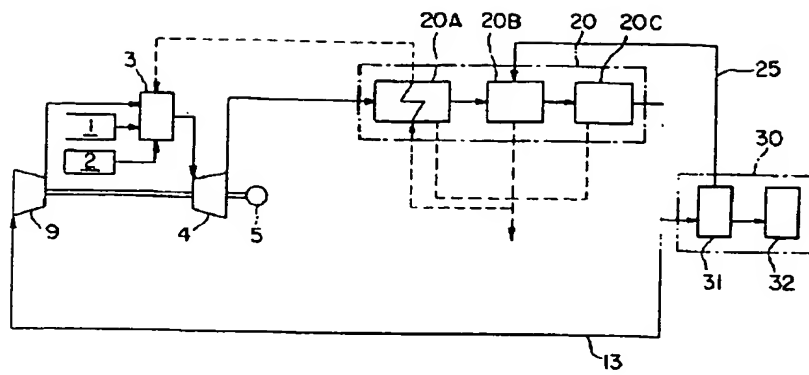
【図1】



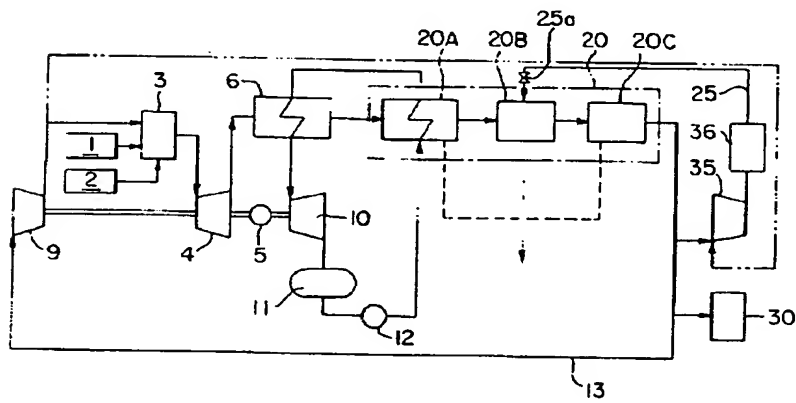
【図2】



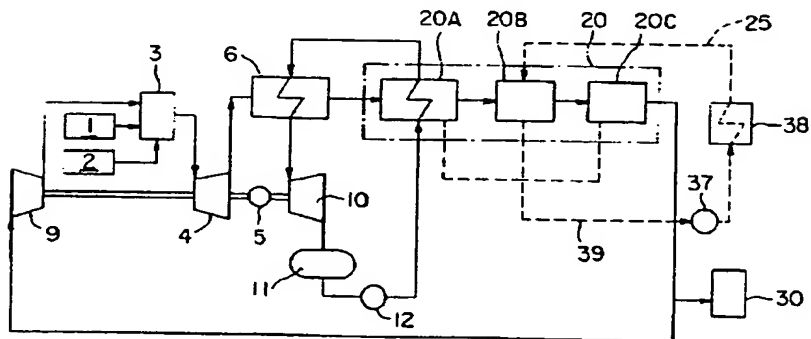
【図3】



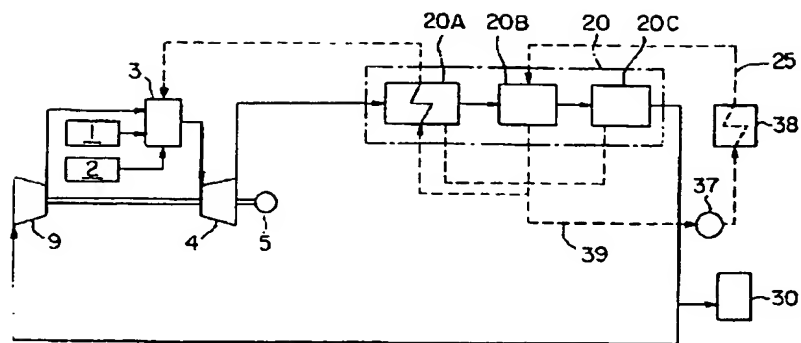
【図4】



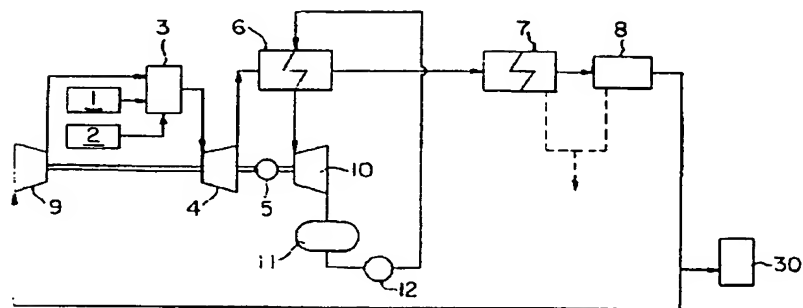
【図5】



【図6】



【図7】



プリントページの続き

(51) Int. Cl.⁷ 識別記号
F 0 2 C 3/30
6/00

F I
F 0 2 C 6/00 E
B 0 1 D 53/54 7 1 3 5 Z

(71) 発明者 扇 田 雅 文
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
東芝本社事務所内

(72) 発明者 大 橋 幸 夫
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
社東芝研究開発センター内